

適応的温度調節機能を持つ並列 SA モデルの提案  
輪湖純也

1 はじめに

シミュレーテッドアニーリング (SA) は、広範囲の組合せ最適化問題に有効な汎用近似解法である。しかしながら、緩慢な冷却による膨大な計算コストと対象問題に適した温度スケジュールの設定が困難であるという問題点を有する。一方、温度スケジュールに関する研究において、特定の温度のみの解探索で良好な解を得られることが報告されている。本研究では、この特定範囲の温度を重要温度領域と呼ぶ。この対象問題依存であるこの重要温度領域を適応的に決定することで、汎用性を失わずに解探索能力を向上させることが可能であると考えられる。そこで本研究では、適応的温度調節機能を持つ並列 SA (PSA/AT) を提案する。

2 PSA/AT の概要

PSA/AT は、解の値とは別に重要温度指数という値を用いることにより、重要温度領域を探索するメカニズムを持つ。Fig. 1 に PSA/AT のアルゴリズムを示す。

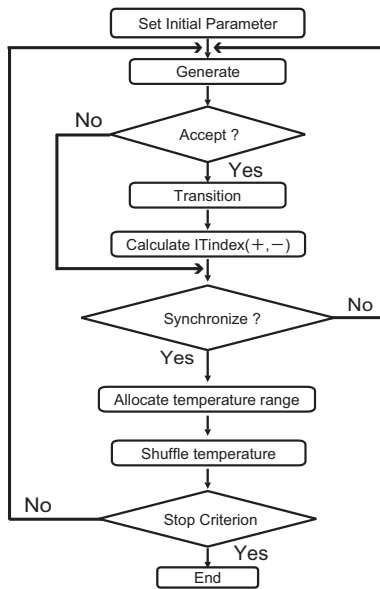


Fig. 1 Algorithm of PSA/AT

● 重要温度指数計算

重要温度指数とは解の動きを評価する値で、受理遷移時に、基準値とエネルギーとの差がプラスもしくはマイナスへ遷移した回数をカウントする重要温度指数 (ITindexPlus, ITindexMinus) を解交換周期 (Exchange Interval:EI) の間計算する。したがって、 $(ITindexPlus + ITindexMinus)/EI$  は、受理率を示す。基準値には全プロセスの解の平均値を用いる。

● 温度範囲設定

温度範囲設定のコンセプトは、ITindexPlus が ITindexMinus よりも大きくなるように温度範囲を調節することである。具体的には、最高 (最低) 温度のプロセスが持つ重要温度指数を比較して、 $ITindexPlus > ITindexMinus$  であれば、次周期にもその温度を維持し、逆であれば、最高 (最低) 温度を下げ、受理率が 0.05 を下回ったら、最高 (最低) 温度を上げるという操作を行うことにより、重要温度領域に探索温度範囲を集中させる。

● 解交換

解交換はランダムに 2 プロセスの解を交換することを繰り返し、すべてのプロセスの温度を交換するものとする。

3 数値実験

PSA/AT を用いて、代表的な並列 SA モデルである TPSA と比較し、解探索性能を検証する。対象問題には、TSP の代表的なベンチマーク問題から 6 つの問題を用いる。PSA/AT, TPSA を同じパラメータで比較する。

Fig. 2 に各問題に対する実験結果をに示す。図の横軸に対象問題、縦軸に最適解との誤差率 (%) を示す。なお、結果は 10 回試行の平均である。

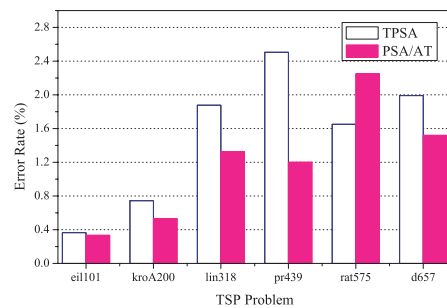


Fig. 2 Error rate of PSA/AT and TPSA in TSP

この図から、ほぼ全ての問題に対して PSA/AT の解探索性能は TPSA よりも優れていることが分かる。このことは、PSA/AT の重要温度領域に収束する温度スケジュールが TPSA の温度スケジュールよりも探索に効果的であることを示している。

4 今後の課題

本研究では、温度範囲設定の判定条件に受理率を用いている。この受理率は、問題によって最適な値が異なる可能性がある。そこで、今後は判定に受理率を用いない新たな温度範囲設定の条件を定義する必要がある。